

4 6 2 形
スィープ・ジェネレータ
取 扱 説 明 書

菊 水 電 子 工 業 株 式 会 社

承認
菊水電子工業株式会社
校正
取扱説明書書式

NP-32635 B
7204100・20SK12

作成 年月日	16.10.23
仕様 番号	S730943

－ 保 証 －

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より1年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適當な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

－ お 願 い －

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合わせください。

4 6 2	目次	2 / 頁
目次		
1. 概説		頁 3
2. 仕様		4 ~ 5
3. 使用法		
3.1 パネル面の説明		6 ~ 7
3.2 背面パネルの説明		8 ~ 9
3.3 応用		10 ~ 12
4. 動作原理		
4.1 構成		13
4.2 電圧電流変換器		14
4.3 タイムベース発振器		15 ~ 17
4.4 逆対数変換器		18
4.5 電圧制御発振器		19 ~ 20
4.6 正弦波合成器		21
5. 保守		
5.1 内部の点検		22
5.2 配置		、

4 6 2	概 説	3 / 頁
1. 概 説		
菊水電子 462 形スイープ・ジェネレータはレンジスイッチを切換えることなく 20Hz～200kHz (10,000倍)、又周波数オフセットを取ることにより 2Hz以下～200kHz (100,000倍以上)の可変範囲をもつ電子掃引式の発振器で前面パネルより正弦波、後面パネルより固定同時出力で三角波、方形波を取り出すことができます。 周波数の可変方法は、電子掃引方式及び手動によりダイヤルを使用して可変できるだけでなく、外部信号電圧により制御できる電圧制御端子も具備しております。 スイープ方式は対数で連続スイープ、手動トリガスイープと有り後者は設定周波数においてトリガを与える ことによりスイープを開始し設定周波数に達するとスイープは自動的に停止します。 又VCG(VOLTAGE CONTROL GENERATOR 電圧制御発振)は直線で入力電圧に比例した周波数が得られるようになっており最大10V で 200 kHz となります。 スイープ発振器の繰返し周波数は100sec～0.1sec間を連続的に変化させることができ、又後面パネルよりタイムベース出力がでていますので、オシロスコープX-Yレコーダを接続して周波数特性等を測定するのに便利になっております。 本器は以上述べたようにスイープ・ジェネレータとしての用途は勿論のこと一般の発振器として、又電圧制御発振器、関数発生器として利用できオーディオ増巾器の周波数特性試験、フィルタの特性測定、FM信号源、音響、振動試験など各種の試験及び測定にきわめて広範囲な応用面を持つものです。		

4 6 2		仕 様	4 / 頁
2. 仕 様			
形 名	MODEL 462		
品 名	スイープ・ジェネレータ		
発振モード	1. VCG (リニア) 2. 連続スイープ (ログ) 3. 手動トリガスイープ (ログ) 4. ダイアル		
発振周波数	2Hz 以下 ~ 200kHz		
ダイアル目盛	(上下限) 等比間隔 20Hz ~ 200kHz		
確 度	8% (オフセット ADJ の時)		
周波数オフセット	このツマミ調整により 2Hz 以下までセット可能 約 ± 20Hz		
周波数安定度	電源電圧の ± 10% 変動に対して ± 0.5% 以下		
出 力 波 形	正弦波 (三角波・方形波 後面パネルより 10Vp-p 以上固定出力)		
最大出力開放電圧	0 ~ 30Vp-p 以上		
出 力 抵 抗	600Ω ± 20%		
振幅安定度	電源電圧の ± 10% 変動に対して ± 0.5% 以下		
周波数特性	1kHz に対して ± 0.3 dB 以下		
正弦波歪率	20Hz ~ 60Hz 1%		
	60Hz ~ 70kHz 0.6%		
	70kHz ~ 200kHz 1.5%		
タイムベース繰返し周期	100sec ~ 0.1sec (スイープ幅 10 ⁴ の時)		
レ ン ジ	100 ~ 10S, 10 ~ 1S, 1 ~ 0.1S		
スイープ可能周波数範囲	(ダイアル目盛使用の時) 20Hz ~ 200kHz (周波数オフセット使用の時) 2Hz 以下 ~ 200kHz		
スイープ幅の設定	下限, 上限用周波数ダイアルにより設定 10 ⁵ 倍以上		

4 6 2	仕	様	5 / 頁
V O G			
制御可能周波数範囲	2Hz 以下～200kHz		
制 御 電 圧	0～+10V		
入力周波数範囲	DC ～ 2kHz		
タイムベース出力	0～10Vpeak 周波数に対応した出力		
同期出力	-10Vpeak 以上		
パルス幅	2μsec 以下		
電 源	AC100V ±10% 50/60Hz 約 12.5 VA		
寸 法	200 (W) × 140 (H) × 380 (D)		
最大部	200 (W) × 160 (H) × 420 (D)		
重 量	約 6.5 kg		
付 属 品	取 扱 説 明 書	1	
		1	

4 6 2	使 用 法	6 / 頁
3. 使 用 法		
3.1 パネル面の説明		
① POWER	プッシュ式の電源スイッチで押してロックされた状態で電源が入り、パイロットランプが点灯し動作します。 本器には回路安定化用のオープンを使用していますので特に周波数精度を要求する場合は、約30分以上の予熱時間をとって下さい。	
② MODE	周波数可変方法のモードスイッチで VCG, SWEEP (CONT. MANUAL TRIG), DIAL を用途に応じて選択します。	
○ VCG LINEAR	発振周波数を外部の電圧で制御することができるモードで、電圧と周波数は比例関係にあり +10V で 200 kHz に対応します。	
○ SWEEP CONT (LOG)	スイープ発振器として使用する場合で、対数カーブの繰返し () で発振が行なわれます。	
MANUAL TRIG	スイープ発振器として使用する場合で、対数カーブのスイープとなりますが、MANUAL TRIG スイッチが DOWN になっている場合、下限設定周波数で発振しておりスイッチを UP にするとトリガ信号がでて上限方向にスイープを開始し上限設定周波数でスイープは停止し固定発振となります。又逆方向の場合も同じ動作が行なわれます。	
○ DIAL	ダイヤルによって周波数を変化させる場合この位置に設定します。	
③ VCG INPUT	発振周波数を外部電圧で制御する時に用いる VCG の電圧入力端子で 0 ~ +10V の電圧変化によって 100,000 倍以上の周波数可変が得られます。 VCG で使用する以外の時入力信号が接続されていますと影響をおよぼす場合がありますので御注意下さい。	

4 6 2	使 用 法	7 / 頁
④ LOWER FREQ (DIAL)	スweep発振の時の下限周波数設定ダイヤルで時計回転方向で周波数が増加します。 又MODEスイッチがDIALの時の発振周波数連続可変用のダイヤルです。 尚MODEがVCG の時は制御回路から切離されます。	
⑤ UPPER FREQ	スweep発振の時の上限周波数設定ダイヤルで時計回転方向で周波数が増加します。 尚MODEがVCG 及びダイヤルの時は制御回路から切離されます。	
⑥ FREQ OFFSET	発振周波数の調整用ツマミでセンタでダイヤル目盛は校正しており約±20Hzの可変が可能となっております。 矢印（－）で周波数は低がり（＋）で増加します。	
⑦ SWEEP STOP	発光ダイオードによる表示灯でスweepが停止した状態で点灯します。	
⑧ SWEEP TIME	スweepの繰返し周期の設定ツマミで100 ～ 0.1sec を3レンジ100 ～ 10, 10 ～ 1, 1 ～ 0.1sec に分けその間を連続可変できるよう2重ツマミになっております。 時計回転方向で周期は短くなりそれぞれまわしきった状態で校正してあります。	
⑨ OUTPUT	出力電圧可変用のツマミで、時計回転で出力電圧が増加し、無負荷で30V p-p, 600Ω終端で15V p-p 取り出せます。 出力端子はこのツマミ下方にあるBNO形レセプタクルです。	

株式会社
取扱い説明書
校正
承認

3.2 背面パネルの説明

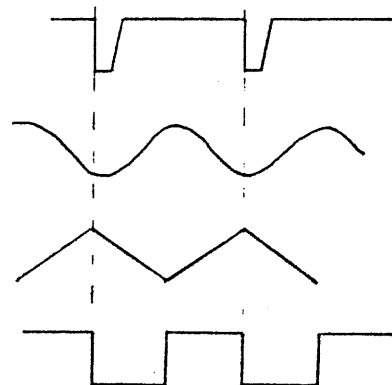
- ① SYNC この同期パルスは、正弦波、三角波および方形波に同期した
OUTPUT パルス信号です。

同期パルス

正 弦 波

三 角 波

方 形 波



- ②  方形波出力端子で固定出力電圧10V p-p 以上取り出せます。
出力抵抗は約600Ωです。

- ③  三角波出力端子で固定出力電圧10V p-p 以上取り出せます。
出力抵抗は約600Ωです。

- ④ TIME MODEスイッチをSWEEP にするとSWEEP TIME で設定
BASE した周期に同期した三角波が得られDIALに設定するとその周
OUTPUT 波数に対応した直流電圧がそれぞれこの端子より得られます。
この端子は外部にオシロスコープ、X-Yレコーダなどを使用して周波数特性等を直視する際に利用できます。
出力抵抗は約600Ωです。

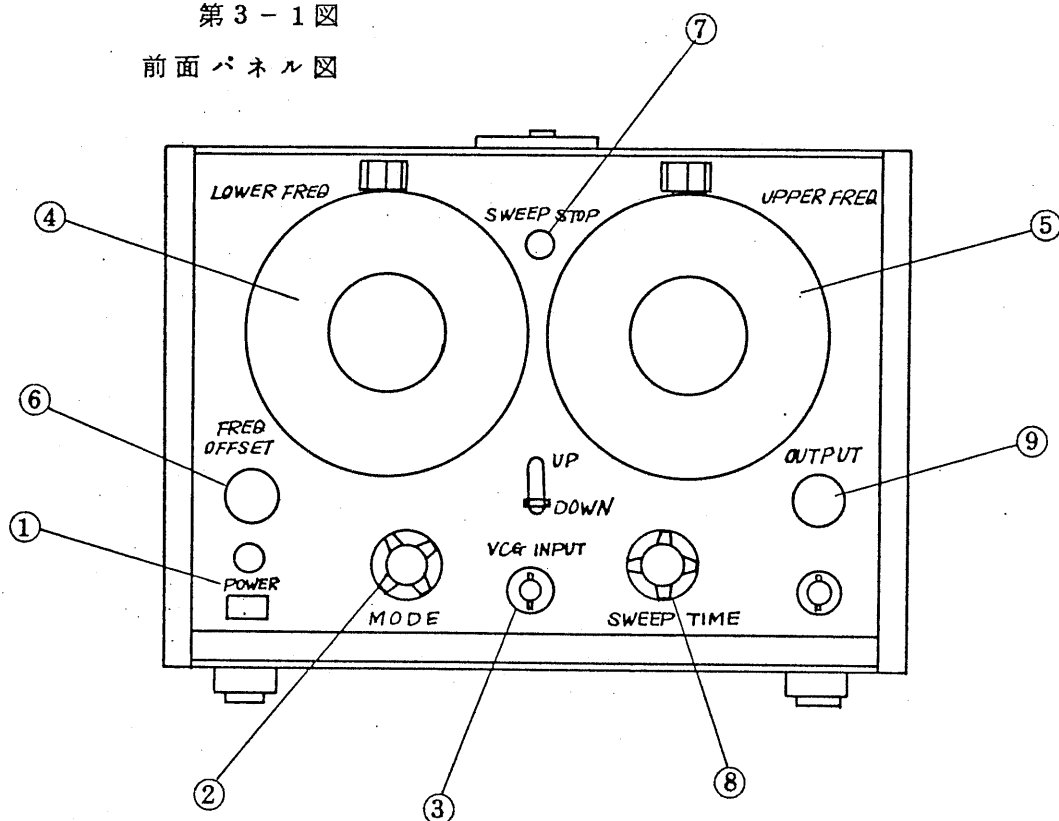
- ⑤ SWEEP STOP スイープが停止すると+10V 以上の出力信号が出、スイー
SIG OUTPUT プしている間は約0V を保ちます。 スイープ停止時の出力抵
抗は約1kΩとなります。

- ⑥ FUSE AC電源、100Vに入っているフューズで定格0.5A のもの
を使用しています。

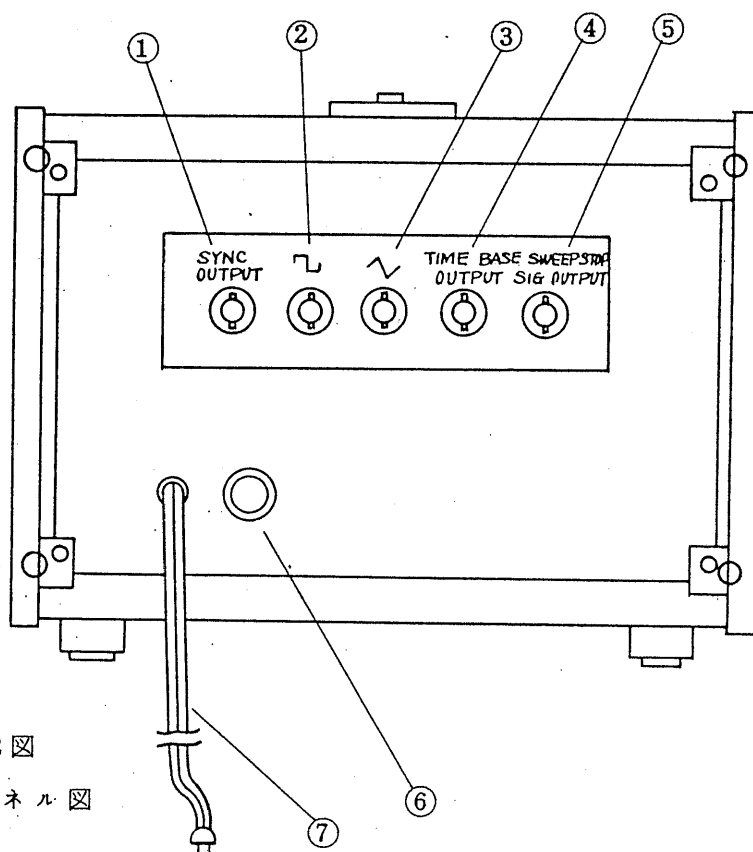
- ⑦ 電源コード AC100V 50/60Hzに接続して使用します。

作成
年月日
仕様
S730950

第3-1図
前面パネル図

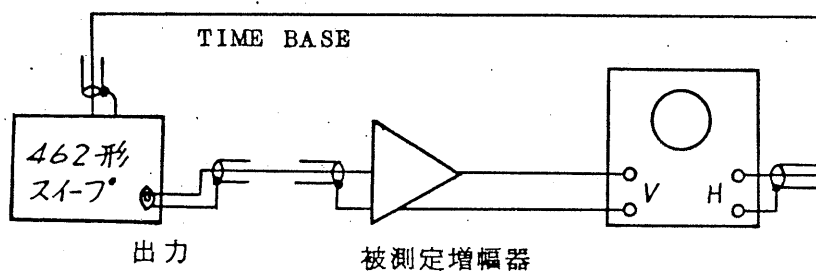


第3-2図
背面パネル図

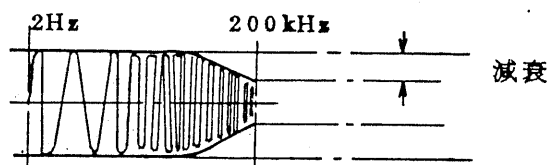


462	使 用 法	10 / 頁
3.3 応 用 本器の応用は非常に広範囲にありますが、ここではその基本的なものを掲げることとします。 1. 200Hz から 20kHz までの区間を繰返し周期1秒でログ スweepする場合 1. MODEスイッチを SWEEP CONTに切換えます。 2. SWEEP TIME のスイッチを1～0.1 secにセットし VARIABLEのツマミにより1 secに調整します。 3. LOWER FREQ ダイアルを200Hz にセットします。 4. UPPER FREQ ダイアルを20kHz にセットします。 5. ここで上限及び下限を正確に合わせたい時は発振器の出力に周波数カウンタを接続して、MODEスイッチをMANUAL TRIG SWEEPにします。そしてTRIGスイッチを DOWN にして下限周波数を設定し、次にUPにして上限周波数をそれぞれカウンタにより調整すれば、正確な値に設定ができます。 2. 2Hz から 200kHz までの区間を繰返し周期10秒でスweepし、外部オシロスコープの水平を周波数軸として、垂直には被測定増幅器の特性を直視する場合 1. MODEスイッチを SWEEP CONTに切換えます。 2. SWEEP TIME のツマミを100～10sec にセットし VARIABLE のツマミにより10secに調整します。 3. LOWER FREQ ダイアルを20Hzにセットします。 4. FREQ OFFSETツマミにより2Hzにセットします。 5. UPPER FREQ ダイアルを200kHz にセットします。 6. 上、下限周波数を正確に合わせたい時 1.～5のように周波数カウンタを出力端子に接続しMODEスイッチをMANUAL TRIG SWEEPにセットしてそれぞれ調整を行ないます。 7. オシロスコープ、及び被測定増幅器は第3-3図のように接続します。 8. オシロスコープの垂直感度は増幅器の出力電圧に応じてレンジを設定します。水平軸は外部入力端子に切換え、感度はタイムベースの出力電圧0～+10Vでブラウン管上に希望に合わせて振れるように調整します。		

9. 観測される波形は被測定増幅器が200kHzにおいて、振幅が6dB減少する特性であれば第3-4図のように振幅は約1/2になります。



第3-3図



第3-4図

3. 20Hzから50kHzまでの区間を周期20秒でスイープし、外部X-Yレコーダに被測定物の特性を描写させる場合

1. MODEスイッチをMANUAL TRIG SWEEPにセットします。
2. SWEEP TIME のつまみを100~10secにセットし VARIABLE のつまみにより20secに調整します。
3. LOWER FREQ ダイアルを20Hzにセットします。
4. UPPER FREQ ダイアルを50kHzにセットします。
5. 後面パネルにあるタイムベース出力端子とレコーダのX軸入力端子を接続します。
6. 本体の出力端子より被測定物を介した信号をAO-DCコンバータに入れ、DCに変換された値をレコーダY軸に入力します。
7. MANUAL TRIGスイッチをUPおよびDOWNに倒せば、それぞれ
DOWN → UP, UP → DOWNへとスイープします。

4. 外部電圧で発振周波数を20Hz~200kHzまで制御するとき。

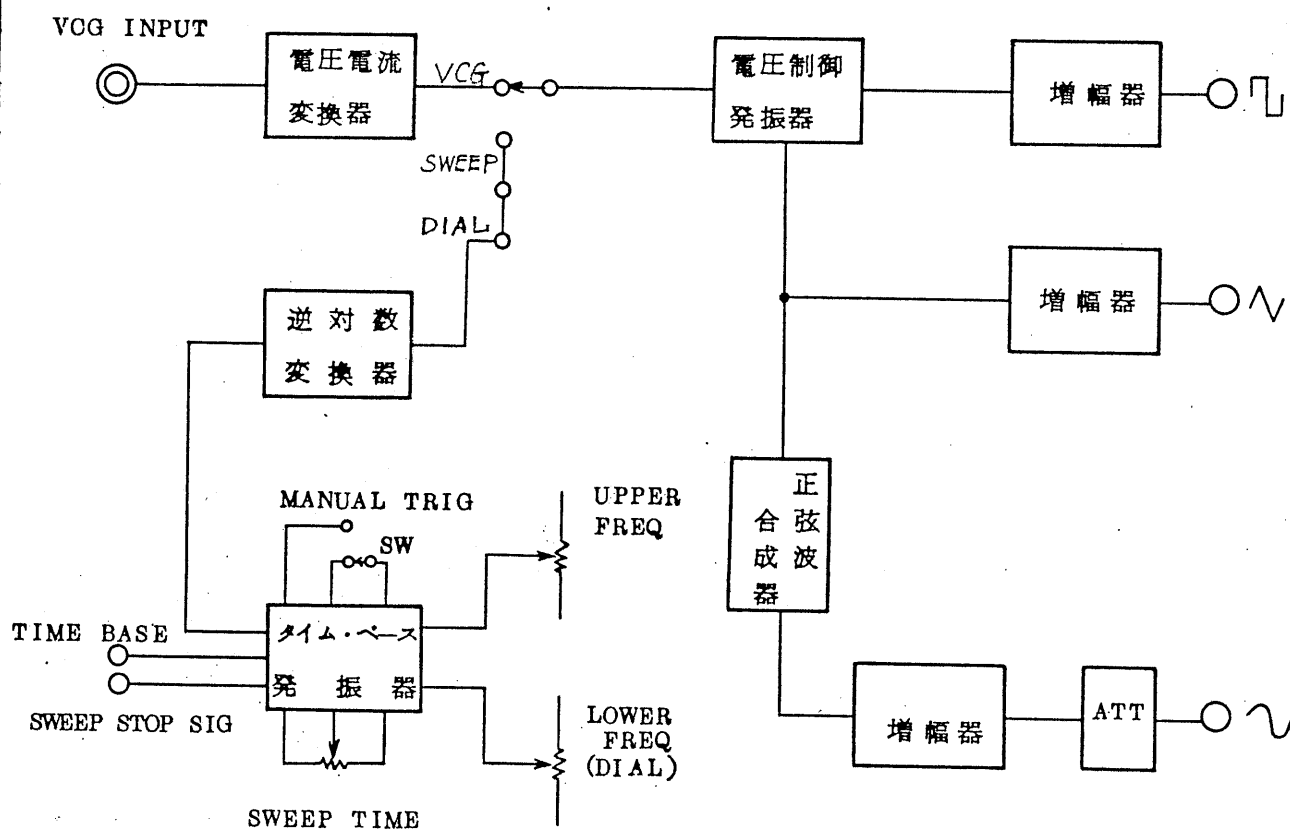
1. MODEスイッチをVCGにセットします。
2. 制御電圧は+1mV~+10Vを入力することにより20Hz~200kHzが直線的に対応します。

3. 制御電圧が交流で電圧が正負に変化するような場合は、制御電源に直列に定電圧を接続して、実質的に制御電圧が負にならないようにします。

4. 動作原理

4.1 構成

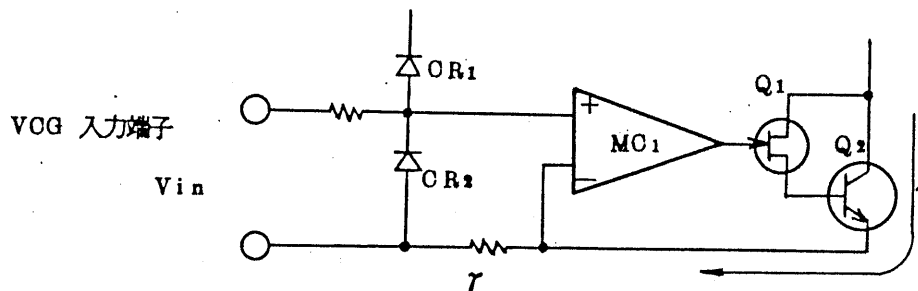
本器の基本的な構成は第4-1図に示してあるようにタイムベース発振器，電圧電流変換器，電圧制御発振器，逆対数変換器，正弦波合成器，出力増幅器および減衰器から成っています。



第 4-1 図

4.2 電圧電流変換器

第 4-2 図



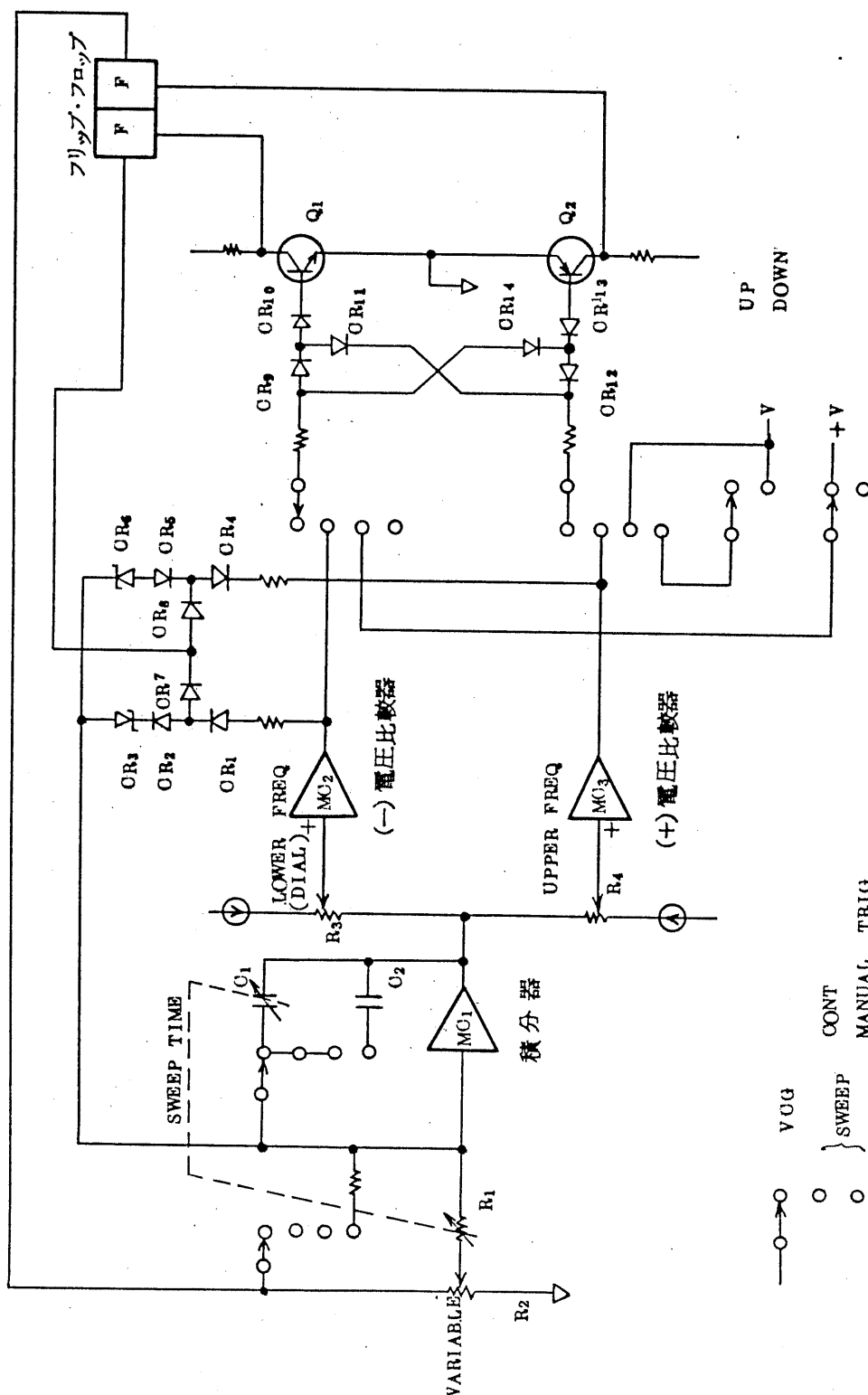
回路構成は第 4-2 図のようになり OR1, OR2 は負電圧及び過入力保護用のダイオード r は定電流検出用抵抗, MC1 は演算増幅器, Q1 Q2 はダーリントン接続で FET 及びトランジスタより成ります。

入力端子に V_{in} なる電圧が加わり MC1 が理想演算増幅器とすると非反転入力端子には V_{in} が入力し又反転入力端子には Q1 Q2 を介しフィードバックがかかり両入力端子間を零に保とうと働くので, r の両端に V_{in} が加わったことになり $i = V_{in}/r$ なる定電流が発生します。

定電流 i は演算増幅器の (-) 端子からはもちろん流出できませんので出力トランジスタを介し流れ, その結果トランジスタのコレクタ側に定電流 i が発生します。

4.3 タイムベース発振器

タイムベース発振器は繰返し周期 $100 \sim 0.1 \text{ sec}$ の三角波および直流電圧を発生し逆対数変換器への信号源となるものです。



第 4-3 图

MODE SWITCH

回路構成図は第 4-3 図のようになります。

MODE スイッチが VOG の時は、電圧比較器とフリップ・フロップとの接続が切れ繰返し発振が停止します。

SWEEP CONT の時は、電圧比較器とフリップ・フロップが接続され積分定数により発振が繰返されます。

今 FF からの信号が正電位にあり VARIABLE の可変抵抗により分圧され積分器に入力されると、積分抵抗 R_1 、積分コンデンサ C_1 の時定数により積分器の出力 (MO_1 の出力) には、マイナス方向への下降電圧が現われます。そして UPPER FREQ ダイアル (R_4) の設定値に達すると (-) 電圧比較器が働き出力がマイナス電位となりトランジスタ Q_2 を ON させフリップ・フロップに反転信号を与え出力を負電位とさせます。

積分電圧が負電圧となった為積分器の出力は、プラス方向に上昇始め LOWER FREQ ダイアル (R_3) の設定値に達すると (+) 電圧比較器が働き出力がプラス電位 (-) 電圧比較器の出力は正) となりトランジスタ Q_1 を ON させフリップ・フロップに反転トリガ信号を与え初期の状態に戻します。この動作が繰返される為発振は持続します。

発振周期は積分コンデンサ C_1 を変える事でレンジスイッチとし積分器入力電圧を変える事でレンジ内連続可変を得ています。

SWEEP MANUAL TRIG の時は、電圧比較器とフリップ・フロップとの接続が切れ、トランジスタ Q_1 、 Q_2 へのトリガ信号は MANUAL スイッチにより、トリガ信号が与えられます。

今 DOWN から UP への発振を考えると、MANUAL TRIG スイッチを DOWN から UP に倒します。すると Q_1 のベースにプラス電圧が加わり ON しフリップ・フロップを反転させ出力を正電位とさせます。すると積分器は R_1 C_1 の積分時定数で下降始め UPPER FREQ ダイアル (R_4) の設定値に達すると (+) 電圧比較器が働き出力がマイナス電圧となりダイオード CR_4 , CR_5 が ON し、積分が停止し、ダイヤル設定値を保持するよう動作し積分器の出力は一定電圧となります。

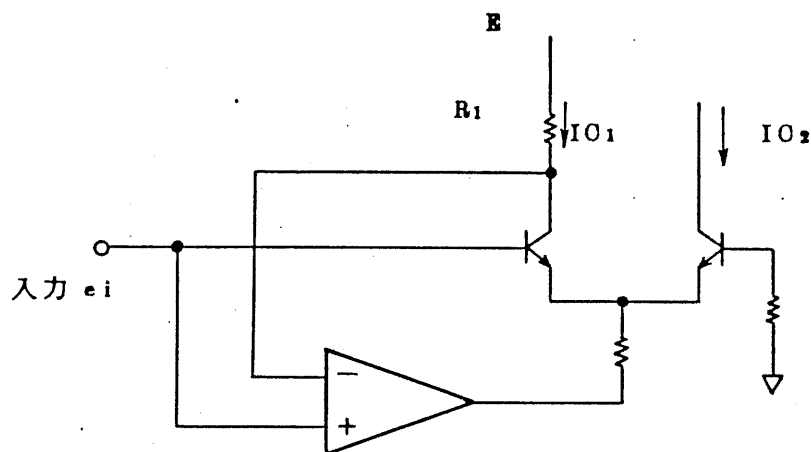
次に MANUAL TRIG スイッチを DOWN にすると、 Q_2 のベースにマイナス電圧が加わり Q_2 が ON しトリガ信号がでてフリップ・フロップを反転させ積分入力電圧が負電位となり積分器の出力はプラス方向に上昇し LOWER FREQ ダイアル (R_3) の設定値に達すると (-) 電圧比較器が動作し出力がプラス電圧となりダイオード CR_1 , CR_2 が ON し積分が停止し、ダイヤル設定値を保持するよう

462	動作原理	17 / 頁
動作し積分出力を一定電圧におさえます。 よってトリガ信号が入るまではダイヤル設定値で保持されトリガ信号が入ると発振開始し、もう一方のダイヤル設定値まで達するとその状態を保持するという回路動作を行ないます。 DIALの時の動作は Q_2 を ON させフリップ・フロップからの出力は常に負電位におさえます。 積分器の出力はプラス電圧となり (-) 電圧比較器を ON させ OR_1, OR_2 を ON させて DIAL 値で固定されます。 よって DIAL に充分追従できるよう時定数を小さくしておくことにより得られます。 これ等スweepが停止しダイヤル設定値において固定される原理は次のようになります。 積分入力電圧が負であった場合積分器出力は正方向上昇電圧が現われ LOWER FREQダイヤルの設定値に達すると電圧比較器が働き OR_1, OR_2 を ON させ閉ループ回路を形成し積分電流を OR_1, OR_2 を介し電圧比較器に ショックされます。 よって積分は停止しダイヤル設定値に依存されることになります。		

4.4 逆対数変換器

入力電圧に発振周波数が比例する電圧制御発振器を発振周波数の対数が入力電圧に比例する機能を持たすためには、逆対数変換器が必要となります。

本器ではこの変換器を第4-4図に示したような構成を採用しています。



第 4-4 図

逆対数を得る非線形の素子として、ここではトランジスタのベース・エミッタ間電圧とトランジスタに流れる電流関係を利用しています。トランジスタのコレクタ電流を IO とし、ベース・エミッタ間電圧を V_{be} とすると

$$IO_2 = IO_1 \exp \left[\frac{-q}{KT} V_{be} \right]$$

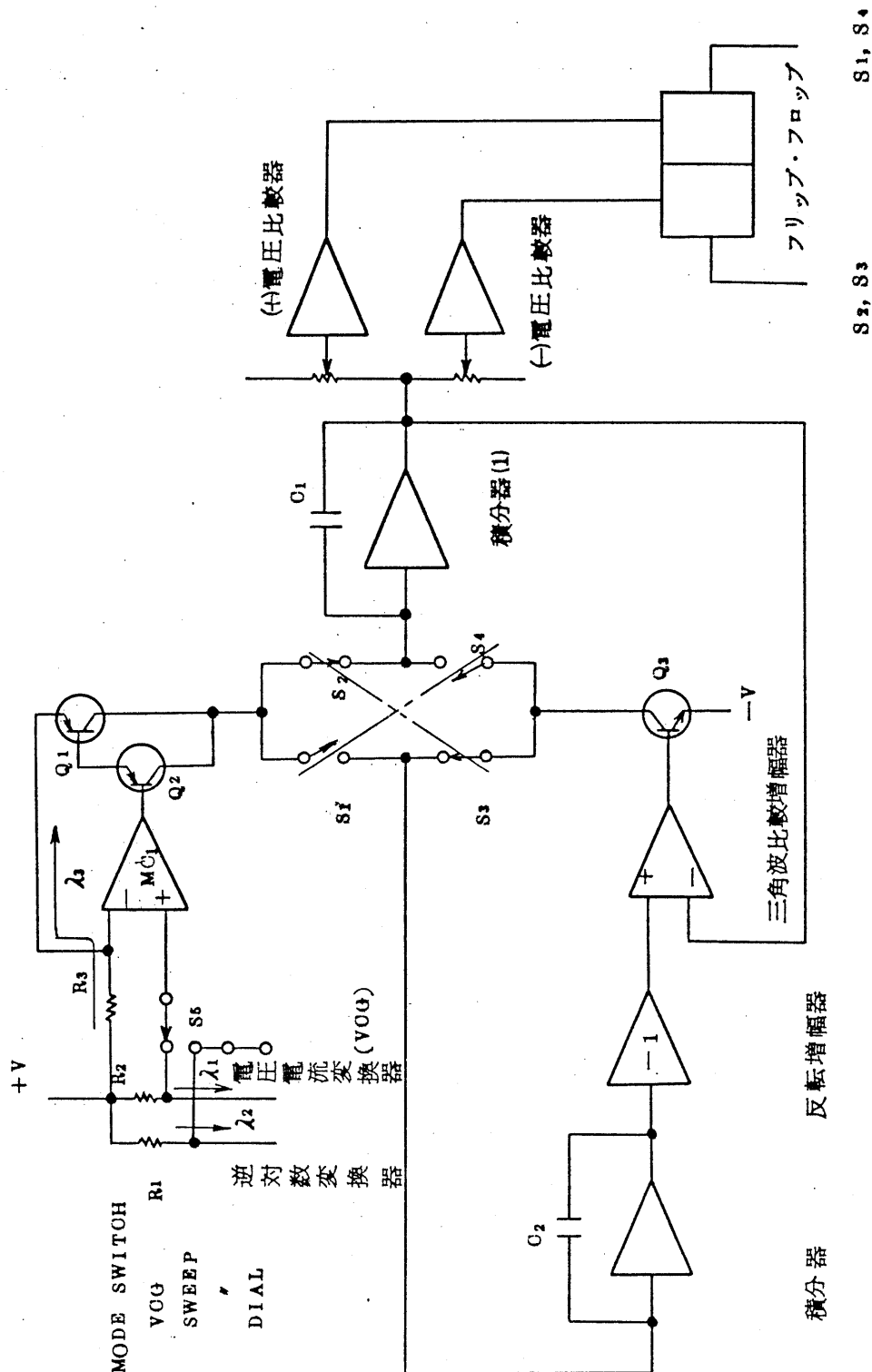
となり $IO_1 = E/R_1$, $V_{be} = e_i$ から

$$IO_2 = E/R_1 \exp \left[-q/KT \cdot e_i \right]$$

式が成りたち E が固定電圧, R_1 が固定抵抗とすると、入力電圧を変えることにより IO_2 が対数的に変化する出力電流が得られます。

4.5 電圧制御発振器

発振周波数を決める回路で構成は第4-5図のようになります。



第 4 - 5 図

$O_1 = O_2$

今スイッチが S_5 が R_2 に入っているとすると抵抗 R_2 を流れる電流 I_1 により電圧降下 $R_2 \cdot I_1 [V]$ が生じ、MC1の回路動作により $R_2 I_1 / R_3 = I_3$ なる電流が Q_1 のコレクタに流れます。

スイッチ S_2, S_3 が閉じ、 S_1, S_4 が開いているとすると（これ等のスイッチは互に対応している）電流 I_3 は S_2 を通過し積分器に流れます。

この為積分器の出力は負方向に積分を開始します。

一方積分器の出力は三角波比較増幅器の反転入力端子に接続され、非反転入力端子には積分器2の出力を反転増幅器を介して接続されており、常に両入力端子間が零になるようループが組まれています。

両入力端子間に差がでて積分器(1)からの出力電圧の方が低くなると仮定するとトランジスタ Q_3 がよりONになり電流が増加します。

その結果 S_3 を介し積分器(2)に流れ込む積分電流が増加しその出力は増加し反転増幅器の出力は積分器(1)からの出力レベルと同等になるよう補正されます。

この状態で積分器(1)の出力は下降し規定の電圧に達すると(−)電圧比較器が動きトリガ信号がでてフリップ・フロップが反転し S_1, S_4 を閉じ、 S_2, S_3 を開きます。

よって電流 I_3 は S_1 を介し積分器(2)に流れ込み積分出力は負方向に下降始めます。そして反転増幅器により反転されて三角波比較増幅器の入力は上昇します。

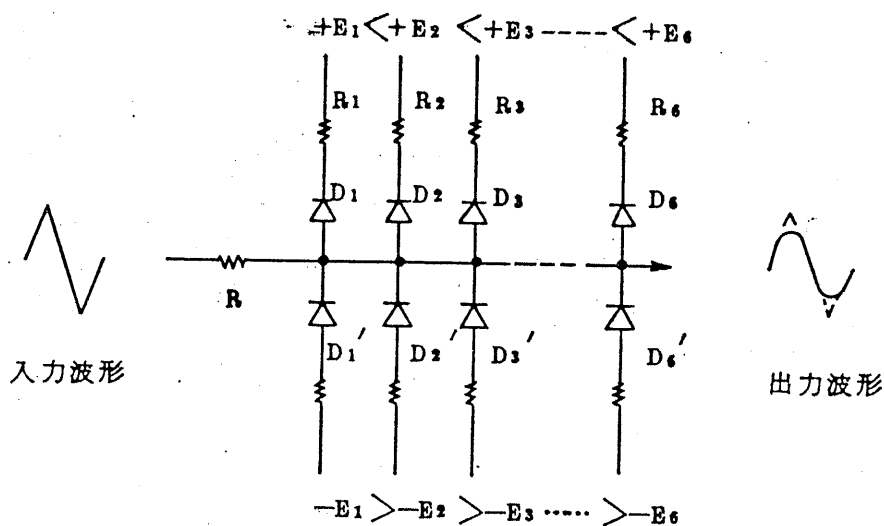
一方 S_4 が閉じていますので積分器(1)は Q_3 からの負電流により積分され出力は上昇します。そして三角波比較増幅器が常に両入力端子間が零になるよう動作しますので I_3 と Q_3 を流れる電流が等しくなります。このような均衡状態を保ちながら積分器(1)の出力は上昇し規定電圧に達すると(+)電圧比較器が動作しトリガ信号を発生してフリップ・フロップを反転させもとの状態に戻します。

この動作が繰返される為発振は持続します。又正電流だけの設定により負電流は追従して流れますので対象性の良好な波形が得られます。

4.6 正弦波合成器

正弦波は積分器より得られる三角波を利用し正弦波合成器で整形します。

第4-6図はその原理を示したもので、ダイオード $D_1 \sim D_6$, $D_1' \sim D_6'$ をそれぞれ図のように接続し、各ダイオードには正弦波合成の際の折線の近似が最適になるように、おのおの重みづけをした抵抗が直列に入り折線の点を決定するバイアス電圧 $\pm E_1 \sim E_6$ が印加してあります。



第 4-6 図

三角波の入力の瞬時値 e が $0 < e < +E_1$ ときは、全ダイオードはオフしていますから、入力波形は傾きが変わらず出力にそのまま現われます。次に $+E_1 < e < +E_2$ になると D_1 がオンして出力の傾きは入力波形の $R_0 / (R_1 + R)$ に減少し、さらに D_3, D_4 がオンになると、 R_2, R_3 が引きつづき並列に入り、出力の傾きは入力に対してますますゆるやかになっていきます。負の電圧に対しても同様に D_1' より D_6' まで順次オン状態となっていくしますので出力には折線近似された正弦波が得られます。

5. 保 守

1. 内部の点検

背面の4隅にあるネジをはずし足を取除いて両側面板，上面板および底面板を後方に静かに引きだすと，内部の点検ができます。

尚后面板の足をはずした状態で取手を持ちパネル前面を下へ傾けると，上面板がケースフレームからはずれることがありますので注意下さい。

2. 配 置

